

# AVALIAÇÃO ESPAÇO – TEMPORAL DA TEMPERATURA E VEGETAÇÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE BÉTIM UTILIZANDO DADOS LANDSAT



Geiciane Coelho de Souza  
Philippe Guilherme Corcino Souza  
Adéliton da Fonseca de Oliveira  
Ícaro Tourino Alves  
Bruno Oliveira Lafetá  
Luis Carlos da Silva Soares  
Carlos Henrique Souto Azevedo  
Maria Jéssica dos Santos Cabral  
Julia Viotti Corrêa  
Priscila Kelly Barroso Farnezi

**AVALIAÇÃO ESPAÇO  
- TEMPORAL DA  
TEMPERATURA E  
VEGETAÇÃO URBANA  
DO MUNICÍPIO DE BETIM  
UTILIZANDO DADOS  
LANDSAT**



Todo o conteúdo apresentado neste livro é de responsabilidade do(s) autor(es).  
Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-SemDerivações 4.0 Internacional.

Nossa missão é a difusão do conhecimento gerado no âmbito acadêmico por meio da organização e da publicação de livros científicos de fácil acesso, de baixo custo financeiro e de alta qualidade!

Nossa inspiração é acreditar que a ampla divulgação do conhecimento científico pode mudar para melhor o mundo em que vivemos!

*Equipe RFB Editora*

Geiciane Coelho de Souza  
Philippe Guilherme Corcino Souza  
Adéliton da Fonseca de Oliveira  
Ícaro Tourino Alves  
Bruno Oliveira Lafetá  
Luis Carlos da Silva Soares  
Carlos Henrique Souto Azevedo  
Maria Jéssica dos Santos Cabral  
Julia Viotti Corrêa  
Priscila Kelly Barroso Farnezi

**AVALIAÇÃO ESPAÇO  
- TEMPORAL DA  
TEMPERATURA E  
VEGETAÇÃO URBANA  
DO MUNICÍPIO DE BETIM  
UTILIZANDO DADOS  
LANDSAT**

1ª Edição

Belém-PA  
RFB Editora  
2023

© 2023 Edição brasileira  
by RFB Editora  
© 2023 Texto  
by Autor  
Todos os direitos reservados

RFB Editora  
CNPJ: 39.242.488/0001-07  
www.rfbeditora.com  
adm@rfbeditora.com  
91 98885-7730

Av. Governador José Malcher, nº 153, Sala 12, Nazaré, Belém-PA,  
CEP 66035065

### Editor-Chefe

Prof. Dr. Ednilson Souza

### Diagramação e capa

Worges Editoração

### Revisão de texto

O autor

### Bibliotecária

Janaina Karina Alves Trigo Ramos

### Produtor editorial

Nazareno Da Luz

#### Catálogo na publicação

RFB Editora



A945

Avaliação espaço – temporal da temperatura e vegetação urbana do município de Betim utilizando dados LANDSAT / Geiciane Coelho de Souza *et. al.* – Belém: RFB, 2023.

#### Outros autores

Philippe Guilherme Corcino Souza

Adéliton da Fonseca de Oliveira

Ícaro Tourino Alves

Bruno Oliveira Lafeté

Luis Carlos da Silva Soares

Carlos Henrique Souto Azevedo

Maria Jéssica dos Santos Cabral

Julia Viotti Corrêa

Priscila Kelly Barroso Farnezi

#### Livro em PDF

214 p.

ISBN: 978-65-5889-428-5

DOI: 10.46898/rfb.8b50fãc-55f5-44cc-a334-a44ddcd1d8c8

1. Avaliação espaço – temporal da temperatura e vegetação urbana do município de Betim utilizando dados LANDSAT. I. Souza, Geiciane Coelho de *et. al.* II. Título.

CDD 620

Índice para catálogo sistemático

I. Engenharia.

## **Conselho Editorial**

Prof. Dr. Ednilson Sergio Ramalho de Souza - UFOPA  
(Editor-Chefe)

Prof. Dr. Laecio Nobre de Macedo-UFMA

Prof<sup>a</sup>. Ma. Rayssa Feitoza Felix dos Santos-UFPE

Prof. Me. Otávio Augusto de Moraes-UEMA

Prof. Dr. Aldrin Vianna de Santana-UNIFAP

Prof<sup>a</sup>. Ma. Luzia Almeida Couto-IFMT

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Raquel Silvano Almeida-Unespar

Prof. Me. Luiz Francisco de Paula Ipolito-IFMT

Prof. Me. Fernando Vieira da Cruz-Unicamp

Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa-UFMA

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ilka Kassandra Pereira Belfort-Faculdade Laboro

Prof<sup>a</sup>. Dr. Renata Cristina Lopes Andrade-FURG

Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves-IFF

Prof. Dr. Clézio dos Santos-UFRRJ

Prof. Dr. Rodrigo Luiz Fabri-UFJF

Prof. Dr. Manoel dos Santos Costa-IEMA

Prof<sup>a</sup>. Ma. Adriana Barni Truccolo-UERGS

Prof. Me. Pedro Augusto Paula do Carmo-UNIP

Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Isabella Macário Ferro Cavalcanti-UFPE

Prof. Me. Alisson Junior dos Santos-UEMG

Prof. Me. Raphael Almeida Silva Soares-UNIVERSO-SG

Prof. Dr. Rodolfo Maduro Almeida-UFOPA

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné-Faccrei

Prof. Me. Fernando Francisco Pereira-UEM

Prof. Dr. Deivid Alex dos Santos-UEL

Prof. Me. Antonio Santana Sobrinho-IFCE

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Maria de Fatima Vilhena da Silva-UFPA

Profa. Dra. Dayse Marinho Martins-IEMA

Prof. Me. Darlan Tavares dos Santos-UFRJ

Prof. Dr. Daniel Tarciso Martins Pereira-UFAM

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Elane da Silva Barbosa-UERN

# SUMÁRIO

PREFÁCIO.....	9
CAPÍTULO 1	
INTRODUÇÃO .....	11
CAPÍTULO 2	
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	15
CAPÍTULO 3	
METODOLOGIA.....	21
CAPÍTULO 4	
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	33
CAPÍTULO 5	
CONCLUSÕES .....	43
ÍNDICE REMISSIVO.....	49
SOBRE OS AUTORES .....	50



# PREFÁCIO

O presente trabalho objetivou avaliar dados de sensoriamento remoto para mapear e classificar a vegetação urbana, e analisar os benefícios por ela proporcionados, sobretudo em relação à variação da temperatura e o efeito das ilhas de calor urbanas. A pesquisa foi conduzida no município de Betim, inserida na Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte, utilizando imagens de satélite dos sensores TM, OLI, e TIRS e mapas de uso e ocupação do solo na plataforma MapBiomas. Foram avaliados os anos 1990, 1999, 2008, 2014 e 2019 sendo as imagens referentes ao mês de agosto. No período de 1990 a 2019 trabalhou-se o período seco, devido à baixa cobertura de nuvens sobre as imagens. Após a aquisição das imagens, foram elaborados mapas de localização do município, uso e ocupação do solo, mapas de Temperatura Superficial Terrestre (LST) e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). As imagens de satélite da série Landsat 5 e 8 foram selecionadas no site do EarthExplorer - USGS. Logo após a análise da LST e do NDVI, foram gerados 105 pontos de controle aleatórios em toda a área de estudo (com exceção do corpo hídrico) para realizar uma análise de correlação de Pearson para verificar a correlação entre as variáveis de temperatura e do índice de vegetação. A análise e a elaboração do gráfico da correlação foram realizadas no *software* Microsoft Excel. Os resultados permitiram inferir que as informações adquiridas do NDVI e da temperatura de superfície, mostraram-se de grande valia. Sendo uma ótima ferramenta para a tomada de decisão no monitoramento da qualidade ambiental e do planejamento urbano da região.



# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

O crescimento populacional urbano encontra-se em um cenário cada vez mais expansivo, desordenado e com ocupações irregulares da terra. De acordo com o censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), 84% da população brasileira reside em áreas urbanas.

A transição do meio natural para o ambiente urbanizado vem modificando de forma intensa a atmosfera dessas áreas, causando inúmeras consequências e mudanças climáticas. Isso faz surgir um fenômeno denominado “ilha de calor urbana”, que se caracteriza pelo alto calor nas cidades (principalmente na região central) em comparação com os ambientes naturais e rurais. Este fenômeno ocorre nessas áreas porque os materiais de construção absorvem e retêm mais radiação solar do que as áreas naturais (GARTLAND, 2010; ORTIZ e AMORIM, 2011). Ainda segundo os autores a falta de planejamento urbano, bem como um plano diretor bem elaborado, tem contribuído para os problemas ambientais nas cidades, com alterações na atmosfera local, poluição do ar e aumento das temperaturas (ORTIZ e AMORIM, 2011). Dentre os impactos causados por essa ocupação desordenada, são as alterações no clima urbano.

Por definição o clima urbano pode ser entendido como o clima de determinado local associado ao processo de urbanização, porém o estudo do clima urbano deve ser dinâmico, devido às características atmosféricas locais, o ambiente local e principalmente devido as atividades humanas. Dentre as atividades humanas que produzem calor destacam-se a indústria e o trânsito, além disso, as construções também auxiliam no processo de absorção de calor (MONTEIRO, 1976; PINHO e ORGAZ 2000).

Para medir os efeitos da urbanização sobre o clima urbano, Gartland (2010) destaca alguns métodos, dentre eles: estações fixas; transectos móveis e sensoriamento remoto. As imagens de sensores

remotos embarcados na plataforma satélite possibilitam a elaboração de mapas de uso e ocupação da terra, assim como determinar a temperatura da superfície terrestre. Como as cidades normalmente ocupam grandes extensões territoriais, o sensoriamento remoto permite determinar a temperatura de grandes áreas.

Nesta pesquisa serão utilizados dados de sensoriamento remoto para mapear e classificar a vegetação urbana do município de Betim, Minas Gerais, e analisar os benefícios por ela proporcionados, sobretudo em relação à variação da temperatura e ao efeito nas ilhas de calor urbanas.



# CAPÍTULO 2

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## 2.1 TEMPERATURAS DA SUPERFÍCIE

A temperatura da superfície é medida a partir da detecção dos comprimentos de ondas na faixa do infravermelho e detectado por sensores orbitais embarcados em satélites (GUSSO et al., 2007).

A estimativa da temperatura superficial com o uso de imagens de satélites é necessária para avaliar a emissividade da superfície e corrigir o efeito atenuante da atmosfera, visto que seus componentes (vapor d'água, CO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, aerossóis e outros gases de menor influência) diminuem a intensidade da radiação detectada pelos sensores do satélite (CALLEJAS et al., 2011).

## 2.2 ARBORIZAÇÃO URBANA

O plantio de espécies arbóreas em áreas urbanas. Exercem importantes funções para a sociedade e meio ambiente, tais como: elevar a permeabilidade do solo e controlar a temperatura e a umidade do ar; interceptar a água da chuva; proporcionar sombra; funcionar como corredor ecológico; agir como barreira contra ventos, ruídos e alta luminosidade; diminuir a poluição do ar; sequestrar e armazenar carbono; bem estar psicológico. O conforto térmico está diretamente ligado à urbanização urbana, atuando rigorosamente no controle da temperatura. A copa das árvores filtra os raios solares diminuindo os efeitos da foto exposição humana que em excesso podem causar doenças de pele e visão (PMSP, 2005).

Árvores em conjunto ou mesmo isoladas possibilita o resfriamento passivo, por meio do sombreamento lançado pela vegetação, reduzindo a energia radiante, conseqüentemente reduzindo as temperaturas dos objetos sombreados e o consumo da energia para evapotranspiração na superfície das folhas (SHAMS et al., 2009).

O planejamento de florestas urbanas, com a criação de parques, bosques e arborização de ruas, são medidas eficientes para promover mudanças no microclima urbano (LEAL, 2012). Dessa forma podemos dizer que a arborização deve ser a mais diversificada possível, por motivos estéticos, pela preservação da fauna e da própria biodiversidade vegetal e da cultura regional. Além disso, podem ser utilizadas espécies exóticas, mas a prioridade são as plantas nativas.

## 2.3 ILHAS DE CALOR

A ilha de calor pode ser definida como o aumento da temperatura em regiões urbanas em relação às regiões rurais e seu entorno. Isso acontece devido ao processo de urbanização, ou seja, a substituição da cobertura vegetal pela ocupação urbana e sua intensiva expansão (LI et al., 2011).

De acordo com Magalhães Filho e Abreu (2010), as ilhas de calor ocorrem nos centros de grandes cidades devido ao uso do solo (absorção de calor pelo asfalto, paredes de tijolos ou concretos e telhados), ausência de áreas verdes (falta de vegetação para absorver e refletir energia, bem como produzir sombra), verticalização (edifícios que impedem a circulação do ar), poluição do ar (provoca aquecimento da atmosfera), baixa umidade e geração de calor devido às atividades humanas (indústria, transportes e etc.).

A análise das ilhas de calor normalmente é baseada em observações de pontos meteorológicos medidos em campo. Porém, de acordo com Liu e Zhang (2011), esta distribuição pontual pode ser desigual, de modo que não representa a distribuição da temperatura na superfície de toda a região de estudo. Com a utilização de imagens de satélite, especialmente as bandas termiais, é possível monitorar a temperatura de grandes áreas em nível de pixel (LIU e ZHANG, 2011).

## 2.4 GEOTECNOLOGIAS APLICADAS NA DETECÇÃO DAS ILHAS DE CALOR

O sensoriamento remoto (SR) possibilita identificar e monitorar alterações que ocorrem constantemente na superfície terrestre de forma remota, sem contato com os alvos na superfície terrestre. Superfícies originadas por fenômenos naturais ou por ações antrópicas (XU, 2007).

Os sensores remotos térmicos embarcados a bordo de satélites e aeronaves oferecem a possibilidade de obter a distribuição espacial da temperatura da superfície terrestre. Plataformas de órbita polar tais como NOAA-AVHRR (National Oceanic and Atmospheric Administration Advanced Very High Resolution Radiometer), LandsatTM/ETM+ (Thematic Mapper/ Enhanced Thematic Mapper), Terra/Aqua MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) e Terra ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) fornecem imagens térmicas de várias escalas para aplicação em processos da superfície terrestre (GILLESPIE et al. 1998).

Segundo Zhou et al, (2012) o canal termal do Landsat TM/ETM+ apresenta resolução espacial do canal termal ETM+ de 60 m, enquanto o AVHRR e MODIS do TM (banda 6) é120 m. Existem arquivos em abundância de imagens de TM/ETM+ adquiridos por séries de plataformas de Landsat de 1982 até o momento. Ademais, os US Geological Survey fornecem gratuitamente os arquivos Landsat para usuários em todo o mundo. Portanto é razoável esperar que os dados termais TM/ETM+ tenha potencial para apoiar estudos de monitoramento em longo prazo da radiação termal da superfície terrestre (ZHOU et al., 2012).

A partir da elaboração de mapas de temperatura de superfície é possível verificar quais são os locais da cidade que merecem aten-

ção por parte dos gestores públicos. É importante destacar que tanto os dados como softwares de processamento apresentaram grandes avanços nos últimos anos o que facilitou ainda mais a utilização do sensoriamento remoto em diversas áreas e diferentes análises (ORTIZ; AMORIM, 2011).



# CAPÍTULO 3

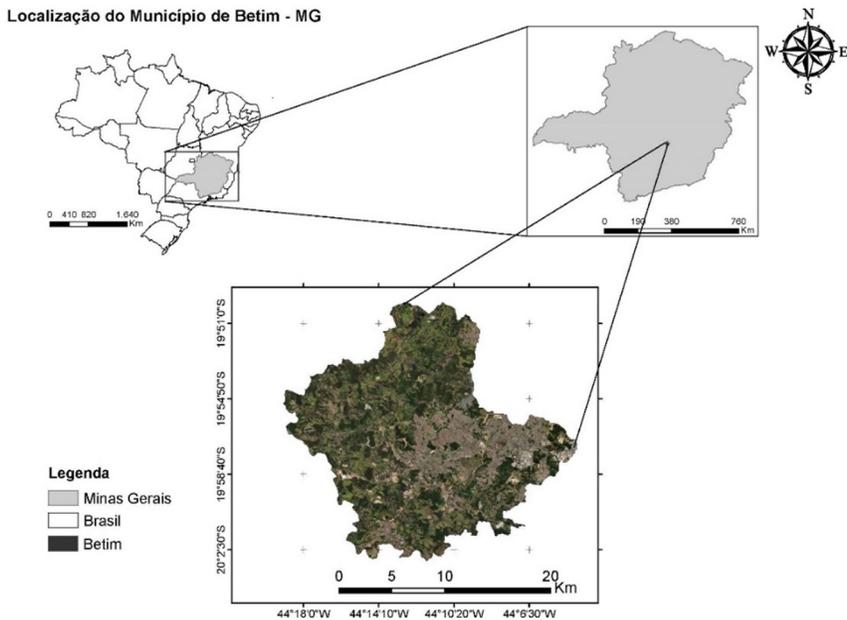
## METODOLOGIA

A metodologia do estudo correspondeu à aquisição dos materiais utilizados e desenvolvimento dos procedimentos metodológicos delineados em cada etapa da pesquisa.

### 3.1 ÁREA DE ESTUDOS

A pesquisa foi conduzida no município de Betim, inserida na Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte (Figura 1). O clima da região é do tipo Cwa (temperado chuvoso-mesotérmico) pela classificação do sistema internacional de Köppen. As médias anuais de temperatura e precipitação são de 19,1 °C e 1360 mm, respectivamente (INMET, 2021).

Figura 1 – Localização da área de estudo, cidade de Betim, estado de Minas Gerais.



Fonte: Autor (2022)

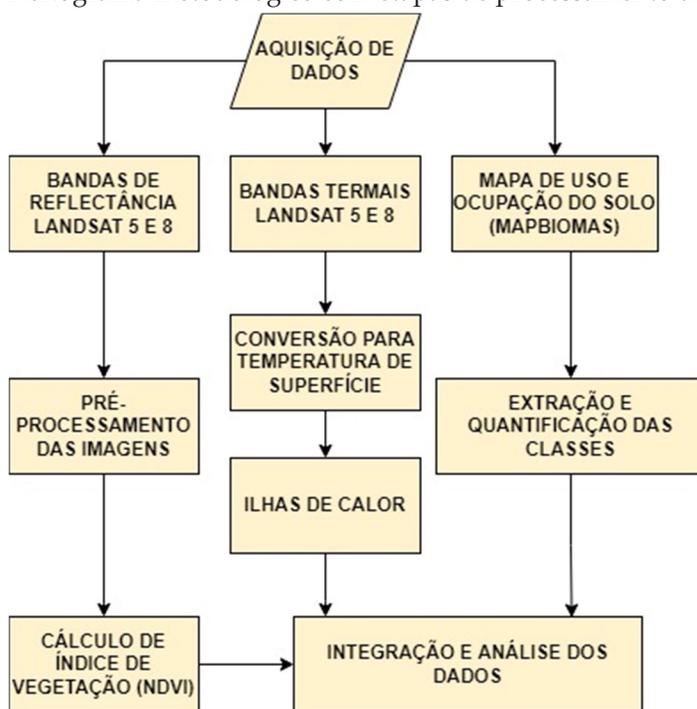
Para execução do presente trabalho, foi feito o levantamento prévio de dados e informações sobre o município de Betim, tais como: materiais digitais relacionados às características históricas, ambien-

tais, econômicas e estruturais. Betim fazia parte de uma importante rota de bandeirantes, que vinham de São Paulo a Pitangui, atraídos pelas descobertas minerais, e em 1711 começou a ser povoado, com o passar dos anos se tornou um polo industrial e hoje conta com mais de 450.024 habitantes (IBGE, 2010).

### 3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizadas imagens de satélite dos sensores TM, OLI, e TIRS e mapas de uso e ocupação do solo na plataforma MapBiomias. As etapas dos procedimentos metodológicos realizados constam no fluxograma da Figura 2.

Figura 2 - Fluxograma metodológico com etapas de processamento das imagens.



Fonte: Autor (2022)

### 3.3 AQUISIÇÃO DE DADOS ORBITAIS

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram elaborados mapas de localização do município, uso e ocupação do solo, mapas de Temperatura Superficial Terrestre (LST) e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). As imagens selecionadas do satélite da série Landsat 5 e 8, correspondente à órbita 218, ponto 74, tendo como critério a ausência de nuvens e ruídos.

O sensor TM (*Thematic Mapper*) do Landsat 5 disponibilizou as bandas 3 (banda do vermelho) e 4 (infravermelho) com resolução espacial de 30 metros, e a banda 10 (banda termal) com resolução espacial de 30 m para o cálculo da temperatura de superfície. As imagens do Landsat 8, obtidas com os sensores OLI (*Operational Land Imager*) e TIRS (*Thermal Infrared Sensor*) correspondem às bandas 4 (banda do vermelho), 5 (banda do infravermelho) e a 10 (banda termal) com resolução espacial de 30 m. Foram avaliados os anos 1990, 1999, 2008, 2014 e 2019, sendo as imagens referentes ao mês de agosto. No período de 1990 a 2019 trabalhou-se o período seco, devido à baixa cobertura de nuvens sobre as imagens.

#### 3.1.1 Cálculo da temperatura da superfície e índice de vegetação

Os mapas de NDVI e LST (*Land Surface Temperature*) foram produzidos com recorte temporal entre 1990 e 2019, utilizando o software ArcGis Pro para processamento das imagens. Os dados de urbanização, socioeconômicos e cartográficos foram extraídos do site do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Para a elaboração de mapas LST e NDVI, as imagens disponibilizadas no site do USGS já possuíam correções radiométricas e geométricas, necessitando fazer as correções atmosféricas.

A seguir é apresentado as etapas de processamento das imagens, sendo que as constantes foram extraídas dos metadados das imagens:

Obtenção da radiância espectral do Landsat 5 descrita por (MARKHAM E BARKER, 1986):

$$L_{\lambda} = \left( \frac{LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda}}{Q_{calmax} - Q_{calmin}} \right) * (Q_{cal} - Q_{calmin}) + LMIN_{\lambda}$$

Onde:

$L_{\lambda}$  = Radiância espectral

$Q_{cal}$  = Valor quantizado e calibrado do pixel em nível de cinza (DN)

$Q_{calmin}$  = Valor mínimo do pixel em níveis de cinza (DN=1)

$Q_{calmax}$  = Valor máximo do pixel em níveis de cinza (DN=255)

$LMIN_{\lambda}$  = Radiância espectral mínima

$LMAX_{\lambda}$  = Radiância espectral máxima

Obtenção da reflectância espectral do Landsat 5 descrita por (MARKHAM E BARKER, 1986):

$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi * L_{\lambda} * d^2}{ESUN_{\lambda} * \cos\theta_s}$$

Onde:

$\rho_{\lambda}$  = reflectância planetária no topo da atmosfera

$\pi$  = constante matemática igual a 3,14159

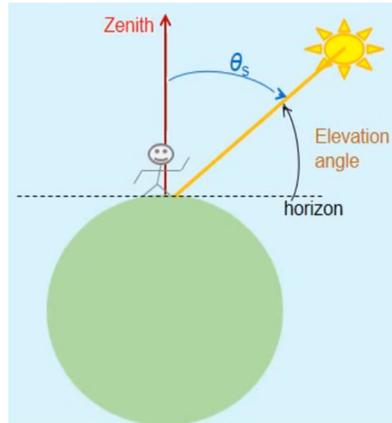
$L_{\lambda}$  = Radiância espectral

$d^2$  = Distância Sol-Terra em unidades astronômicas

$ESUN_{\lambda}$  = irradiância solar exoatmosférica média

$\theta_s$  = Ângulo zenital solar

Figura 3 - Ângulo zenital solar.



Fonte: Adaptado de USGS (2014).

Obtenção da radiância espectral do Landsat 8:

$$L_{\lambda} = M_L * Q_{cal} + A_L$$

Onde:

$L_{\lambda}$  = Radiância espectral

$M_L$  = Fator multiplicativo de redimensionamento da banda

$Q_{cal}$  = Valor quantizado e calibrado do pixel em nível de cinza

(DN)

$A_L$  = Fator aditivo de redimensionamento da banda (0.1000)

Obtenção da reflectância espectral do Landsat 8:

$$\rho'_\lambda = M_\rho * Q_{cal} + A_\rho$$

Onde:

$\rho'_\lambda$  = reflectância planetária no topo da atmosfera, sem correção do ângulo solar

$M_\rho$  = Fator multiplicativo de redimensionamento da banda

$Q_{cal}$  = Valor quantizado e calibrado do pixel em nível de cinza (DN)

$A_\rho$  = Fator aditivo de redimensionamento da banda (0.1000)

$$\rho_\lambda = \frac{\rho'_\lambda}{\sin(\theta_{SE})}$$

Onde:

$\rho_\lambda$  = reflectância planetária no topo da atmosfera

$\rho'_\lambda$  = reflectância planetária no topo da atmosfera, sem correção do ângulo solar

$\theta_{SE}$  = Inclinação solar

Para converter radiância espectral para Temperatura do Brilho, foi utilizado a seguinte fórmula já convertida para graus Celsius:

$$T_b = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right) - 273,15}$$

Onde:

$T_b$  = Temperatura do brilho no sensor

$K_1$  = Constante de calibração 1 da banda termal

$K_2$  = Constante de calibração 2 da banda termal

$L_\lambda$  = Radiância espectral

Foi calculado o NDVI admitindo que a cobertura vegetal interfere na emissividade e a abundância da vegetação. Para a obtenção dos índices de vegetação, foi utilizada a seguinte fórmula, com as bandas corrigidas para reflectância no topo da atmosfera:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Onde:

$NDVI$  = Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

$NIR$  = Banda do infravermelho

$RED$  = Banda do vermelho

$$Pv = \left( \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2$$

Para calcular a emissividade ( $e$ ) são necessários os valores da emissividade do solo ( $m$ ) e da emissividade da vegetação ( $n$ ) (SOBRINO et al., 2004).

$$e = m * Pv + n$$

$$e = 0,004 * Pv + 0,986$$

Onde:

$$m = 0.004$$

$$n = 0.986 \text{ (equação 8)}$$

$Pv$

é a proporção da vegetação proposta por Carlson e Ripley (1997).

Após a obtenção dos dados da emissividade, a temperatura de superfície corrigida pela emissividade foi calculada (ARTIS & CARNAHAN, 1982).

$$LST = \frac{T_b}{(1 + ((\lambda * \frac{T_b}{p}) * \ln(e)))}$$

Onde:

$LST$  = Temperatura corrigida pela emissividade

$T_b$  = Temperatura do brilho no sensor

$\lambda$  = Comprimento de onda da radiância emitida

$e$  = Emissividade

$p = h c / \sigma (1.438 \times 10^{-2} \text{ m k})$ ,  $\sigma$  = constante de Boltzmann ( $1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ ),  $h$  = constante de Planck ( $6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$ ),  $c$  = velocidade da luz ( $2,998 \times 10^8 \text{ m/s}$ ), conforme Zhanga et al (2017).

### 3.1.2 Método de Pearson

Logo após a análise da LST e do NDVI, foram gerados 105 pontos de controle aleatórios em toda a área de estudo (com exceção do corpo hídrico) para realizar uma análise de correlação de Pearson para verificar a correlação entre as variáveis de temperatura e do índice de vegetação.

A análise e a elaboração do gráfico da correlação foram realizadas no software Excel. A correlação de Pearson é a medida de intensidade da correlação entre duas variáveis quantitativas e os valores podem variar entre -1 e 1, e quanto mais próximo de 1 ou -1 maior será a associação linear entre as duas variáveis no sentido positivo ou negativo, respectivamente (ANDERSON; SWEENEY; WILLIAMS, 2007).

### 3.1.3 Identificação de ilhas de calor urbanas

Para a identificação de ilhas de calor urbanas utilizou-se a metodologia de Trindade et al., (2017). Desta forma, verificou-se as estatísticas das imagens dentro do limite da cidade. Assim, anotou-se a temperatura média das imagens (Tabela 1). No segundo passo, aplicou-se a equação 5 em cada imagem com o auxílio da ferramenta *raster calculator* do ArcGis Pro.

$$Dif_{Temp} = Banda_{LST} - Temp_{Média}$$

Onde:

$Dif_{Temp}$  = Diferença entre a temperatura de cada pixel e a média de temperatura de toda área dentro do limite da cidade;

$Banda_{LST}$  = Imagem em temperatura de superfície;

$Temp_{Média}$  = valor de temperatura média encontrado em cada imagem.

Para melhor visualização, todas as imagens do perímetro urbano foram submetidas a uma escala de cores divididas em 5 classes, as quais compreendem diferenças de temperatura desde -5°C negativos a mais de 6°C positivos em relação à média de temperatura da imagem.

Os mapas de uso e ocupação do solo obtidos na plataforma de infraestrutura de dados espaciais (MapBiomias, 2022) foram utilizados neste trabalho com o intuito de monitorar o crescimento e/ou redução das classes de cobertura vegetal, solo exposto e hidrografia entre os anos de 1990 e 2019, para o município de Betim - MG.

Tabela 1: Média de temperatura para cada imagem

<b>Imagem</b>	<b>Média (°C)</b>
26/08/1990	17,90
18/08/1999	20,23
10/08/2006	22,33
10/08/2014	24,46
10/08/2019	24,52

Fonte: Autor (2022)

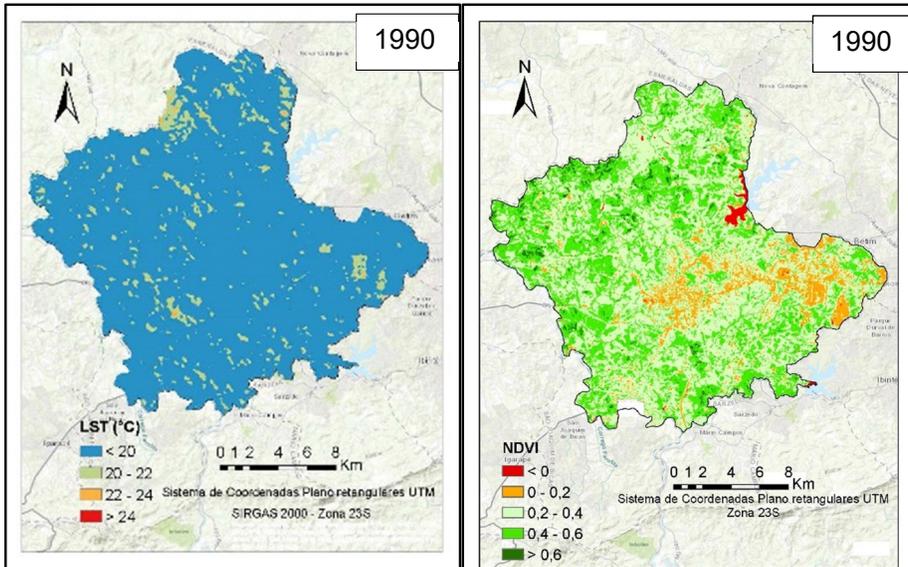


# CAPÍTULO 4

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos mapas de LST (Figura 4), constatou-se que as temperaturas de superfície terrestre sofreram alterações significativas durante os anos analisados. É possível observar que para o mês de agosto de 1990, período inicial abordado para análise de crescimento de construção de empreendimentos, as LSTs no município de Betim variaram entre 20°C e 24°C, sendo que em quase todas as regiões do município apresentaram LST abaixo de 20°C. Houve regiões isoladas à noroeste, nordeste e sudoeste que apresentaram LST superiores a 24°C, situadas em áreas que vieram dar lugar a infraestruturas espalhadas pelo município.

Figura 4 - Imagens de LST e NDVI para as imagens de agosto de 1990.

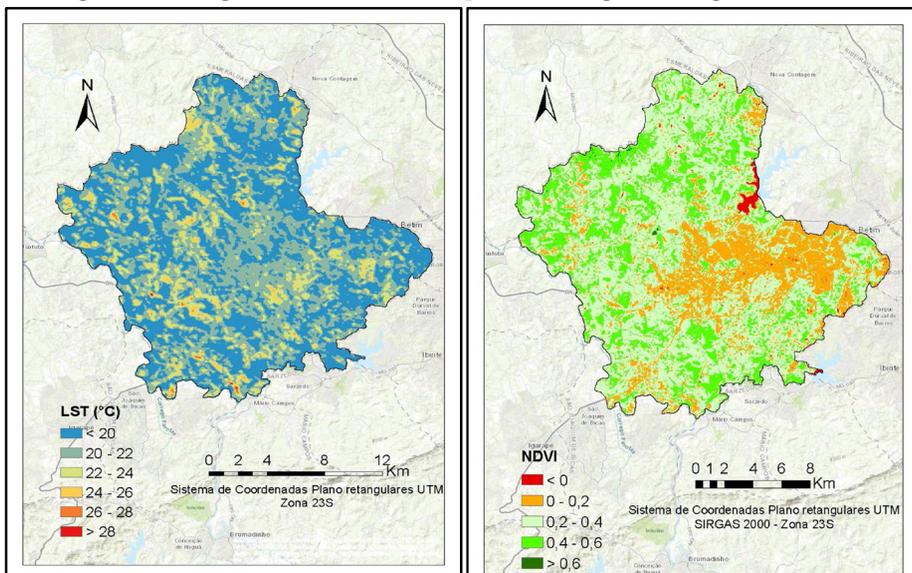


Fonte: Autor (2022)

Os padrões da vegetação estão diretamente relacionados com os dados de temperatura (Figura 4). O índice NDVI foi utilizado para normalizar a vegetação, para o ano de 1990, principalmente nas regiões norte, noroeste e sudeste, o índice apresentou valores superiores a 0,4.

Para o mês de agosto de 1999, ocorreu alteração na distribuição termal ao longo do município de Betim, com aumento das classes mais elevadas em relação ao ano de 1990, com destaque para as temperaturas entre 25°C e 30°C e observou-se uma redução nas áreas com temperaturas abaixo de 24°C. As regiões com maiores temperaturas em comparação com o ano de 1990 se repetiram em maior proporção e avançou para demais áreas.

Figura 5 - Imagens de LST e NDVI para as imagens de agosto de 1999.

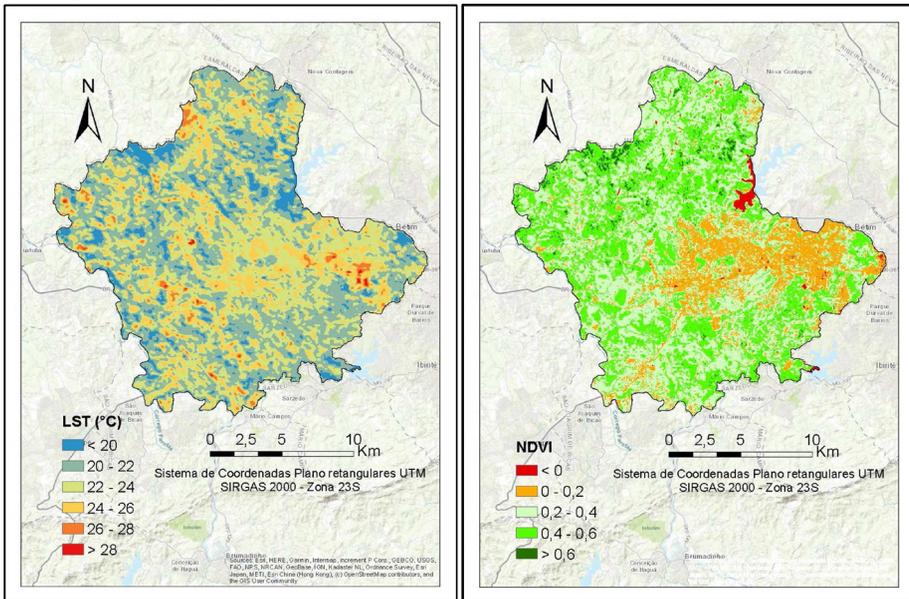


Fonte: Autor (2022)

O mapa para o ano de 1999, o padrão vegetacional começa a apresentar algumas modificações em comparação ao de 1990. Isso se deve ao avanço da expansão urbana em alguns pontos, reduzindo os padrões mais densos da vegetação.

Em 2006, pode se observar que a alteração na distribuição termal se intensificou ao longo do município de Betim, principalmente na região leste, com temperaturas superiores a 26°C.

Figura 6 - Imagens de LST e NDVI para as imagens de agosto de 2006.

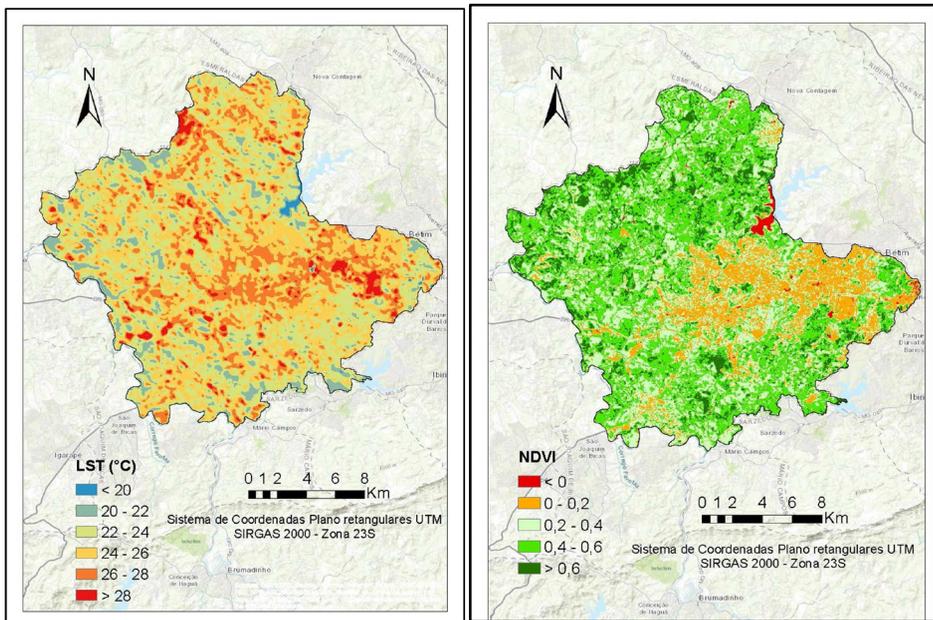


Fonte: Autor (2022)

Em 2006, o crescimento urbano aumentou e concentrou mais em alguns pontos, intensificando as alterações na vegetação, apresentando padrões de vegetação igual a 0,2.

Já no mapa referente ao ano de 2014, foi possível notar intensa modificação nas classes de temperatura da superfície em relação aos anos anteriores. As áreas com temperatura inferior a 24°C foram pequenas, intensificando cada vez mais as regiões que já apresentavam nos anos anteriores maiores variações na temperatura da superfície. Foi possível observar o aumento de regiões principalmente no centro e leste do município, que devido à expansão urbana, as temperaturas foram superiores a 28°C.

Figura 7 - Imagens de LST e NDVI para as imagens de agosto de 2014.



Fonte: Autor (2022).

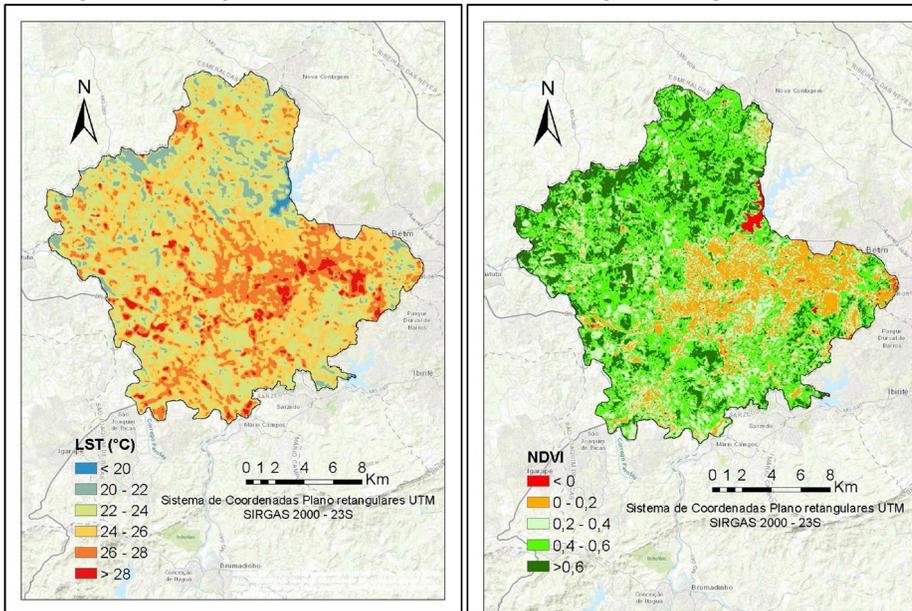
Já para o ano de 2014, é nítida a mudança em diversos pontos do município, especialmente em áreas próximas ao meio urbano, com nível vegetacional inferior a 0,2.

Para o mapa de agosto de 2019, foi possível observar que para toda as áreas urbanizadas do município de Betim, as LSTs foram superiores a 27°C, isso se deve também ao crescimento de construções urbanas.

Em agosto de 2019, as áreas urbanas se expandiram ainda mais, reduzindo os padrões de vegetação com NDVI abaixo de 0,2.

Com o intuito de correlacionar as LSTs com o NDVI foram coletados pontos amostrais. De acordo com a (Figura 9), observou-se que houve uma significativa correlação entre as variáveis, apresentando um valor de R<sup>2</sup> mínimo de 0,75.

Figura 8 - Imagens de LST e NDVI para as imagens de agosto de 2014.

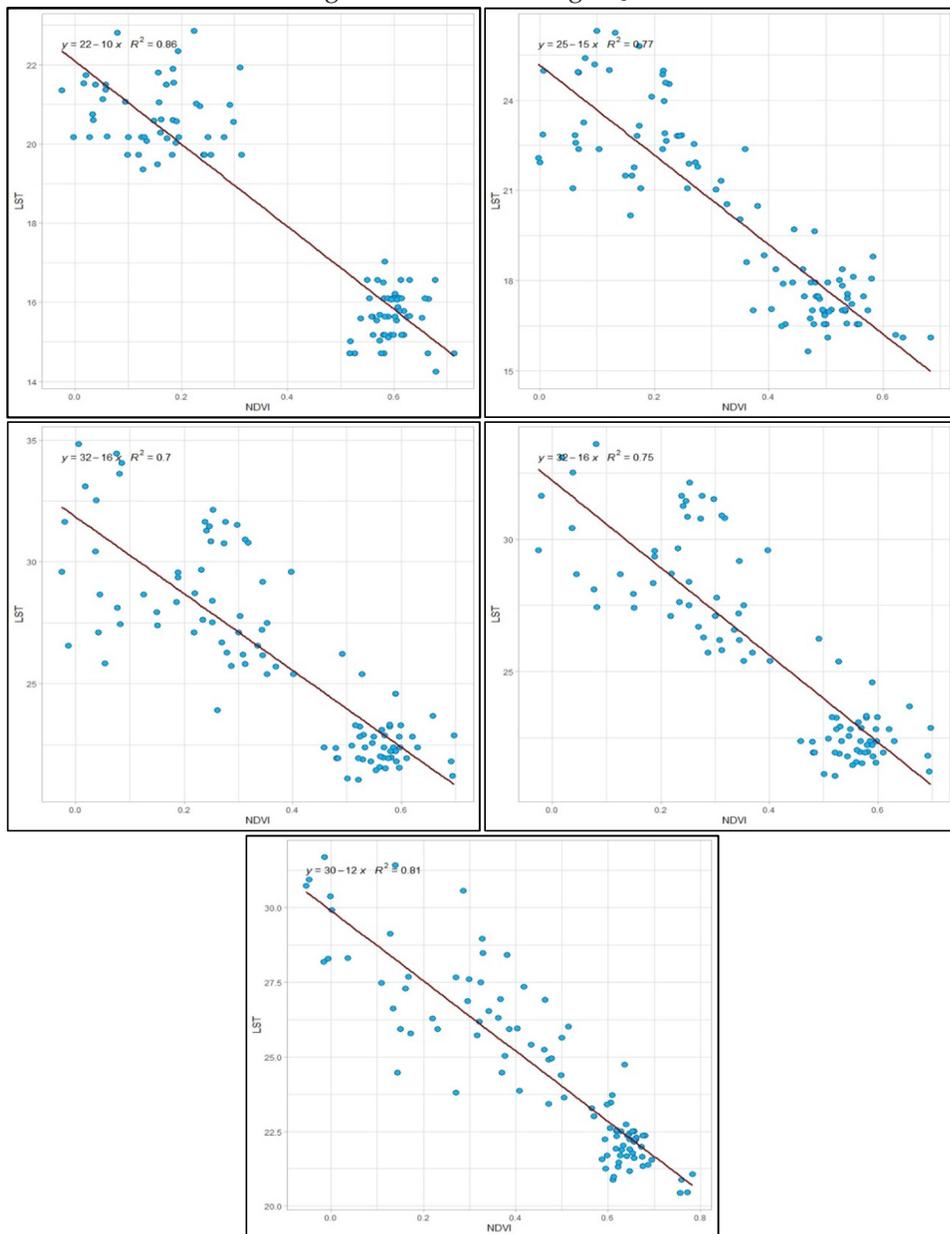


Fonte: Autor (2022)

A forte relação encontrada na análise acima pode ser explicada principalmente ao fato de que quanto maior o índice NDVI, maior será a cobertura vegetal e menor temperatura para a superfície, ou seja, são inversamente proporcionais. Em vista disso, as mudanças no uso e cobertura do solo possuem uma relação direta com os valores de LST e do NDVI.

Ao observar das imagens apresentadas anteriormente, é notório o aumento das temperaturas para todos os anos estudados. Fatores como a expansão urbana e suas construções civis tendem apresentar temperaturas superiores do que em áreas com cobertura vegetal.

Figura 5 - Índice de vegetação



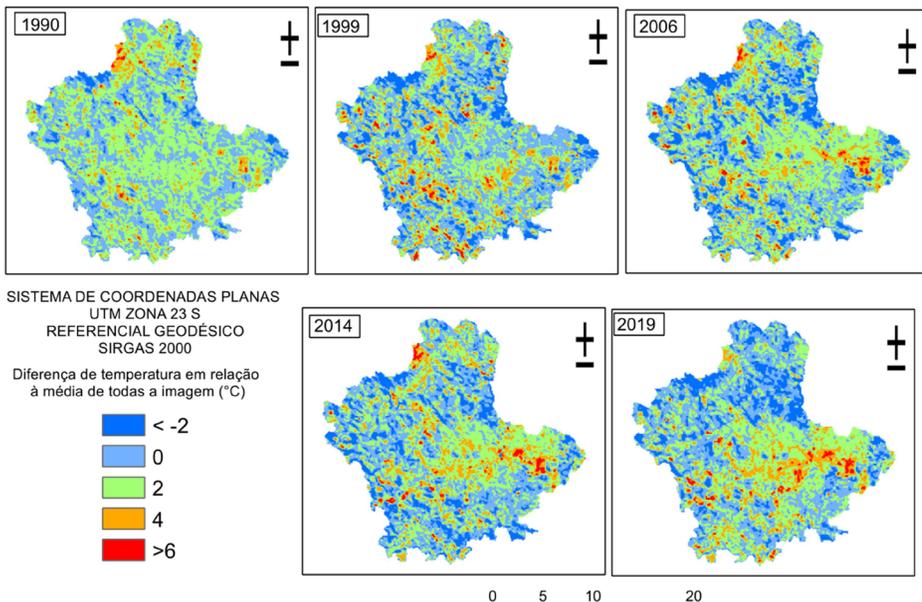
Fonte: Autor (2022)

Outro fator importante para destacar é a identificação de áreas com temperaturas mais elevadas – ilhas de calor urbana que foram extraídas das imagens através da subtração da imagem da temperatura

a nível de superfície de cada imagem com a média de temperatura de todas as imagens separadas por anos, e posteriormente isolando as ilhas de calor urbana.

Seguindo esta metodologia citada acima, foi possível identificar a distribuição das ilhas de calor urbanas (Figura 6). Permitindo observar que as diferenças de temperatura em relação à média de cada imagem variaram de  $-2^{\circ}\text{C}$  negativos a valores superiores a  $6^{\circ}\text{C}$  positivos. Onde valores negativos correspondem a áreas com cobertura vegetal e valores positivos identificaram áreas com construções ou solo exposto. Neste trabalho, as diferenças positivas superiores a  $4^{\circ}\text{C}$  foram denominadas de ilhas de calor urbanas para a cidade de Betim. Conforme pode ser compreendido na figura 6.

Figura 6 - Representação das ilhas de calor urbanas

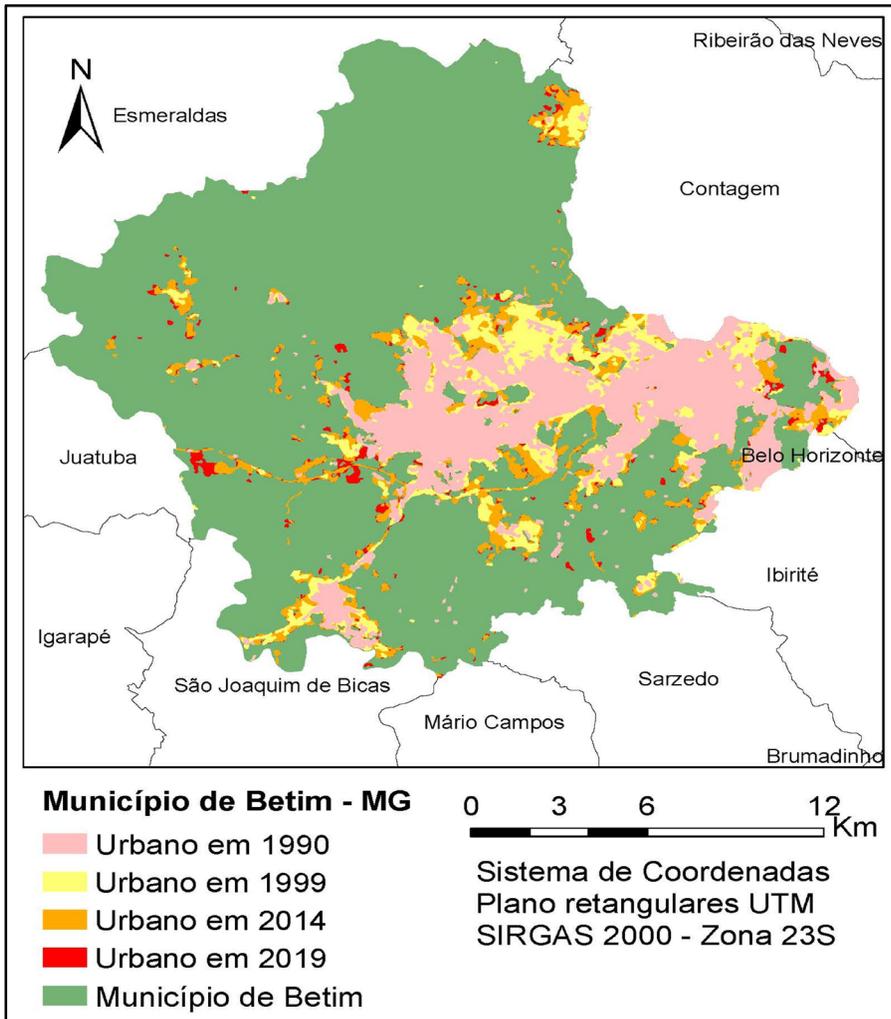


Fonte: Autor (2022)

A partir do estudo realizado com as imagens classificadas, pode se observar que as áreas com maior expansão urbana abrangem as regiões oeste, centro, e leste da cidade. A figura 7 evidencia a expan-

são para os anos de 1990, 1999, 2006, 2014 e 2019, sendo nítido as áreas de expansão. Deste modo, é possível observar que a cidade apresentou uma expansão urbana no sentido centro-leste.

Figura 7 - Expansão urbana da cidade de Betim para um período de 29 anos.



Fonte: Autor (2022).



# CAPÍTULO 5

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa foi possível formar algumas conclusões em relação a temperatura e o NDVI da superfície para todo o perímetro urbano de Betim. Com a análise temporal das imagens foi possível evidenciar o avanço da temperatura para o período estudado.

Fatores como a expansão da área urbana, e aumento das construções civis, contribuíram para o aumento da temperatura.

As áreas com maior ausência vegetal (NDVI baixo), apresentaram temperaturas mais altas, gerando um desconforto térmico para a população, expondo a influência da vegetação no conforto da população.

Logo, pode-se concluir que as informações adquiridas do NDVI e da temperatura de superfície, mostraram-se de grande valia. Sendo uma ótima ferramenta para a tomada de decisão no monitoramento da qualidade ambiental e do planejamento urbano da região.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, D.; SWEENEY, D.; WILLIAMS, T. Estatística Aplicada a Administração e Economia, v. 2. Editora Cengage, 2007.

ARCGIS. Software. Disponível em: <[https://arcgis.en.softonic.com/download?utm\\_source=SEM&utm\\_medium=paid&utm\\_campaign=EN\\_PT\\_Brazil\\_DSA&gclid=CjwKCAjwoMSWBhAdEiwAVJ2ndg-F9hxUqt81SqY\\_Strwzoyx0Y\\_IrzLDEhr99WFSTpoXML0cEvgJARBo-Cq7UQAvD\\_BwE](https://arcgis.en.softonic.com/download?utm_source=SEM&utm_medium=paid&utm_campaign=EN_PT_Brazil_DSA&gclid=CjwKCAjwoMSWBhAdEiwAVJ2ndg-F9hxUqt81SqY_Strwzoyx0Y_IrzLDEhr99WFSTpoXML0cEvgJARBo-Cq7UQAvD_BwE)>

ARTIS, D. A.; CARNAHAN, W. H. Survey of emissivity variability in thermography of urban areas. ScienceDirect Journals & Books, v. 12, p. 313 - 329, 1982.

BRICKLIN, D. Microsoft Excel. Disponível em: <[https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft365/p/excel/CFQ7TTC0HR-4R?activetab=pivot:overviewtab&ef\\_id=CjwKCAjwoMSWBhAdEiwAVJ2ndqCXkRHDj0rMfsKZUDH7Rm\\_2EmVwPrFvDGoLeRvJWKhOc8WNyVmx8RoCHSEQAvD\\_BwE:G:s&OCID=AIDcmm409lj8ne\\_SEM\\_CjwKCAjwoMSWBhAdEiwAVJ2ndqCXkRHDj0rMfsKZUDH7Rm\\_2EmVwPrFvDGoLeRvJWKhOc8WNyVmx8RoCHSEQAvD\\_BwE:G:s&gclid=CjwKCAjwoMSWBhAdEiwAVJ2ndqCXkRHDj0rMfsKZUDH7Rm\\_2EmVwPrFvDGoLeRvJWKhOc8WNyVmx8RoCHSEQAvD\\_BwE](https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft365/p/excel/CFQ7TTC0HR-4R?activetab=pivot:overviewtab&ef_id=CjwKCAjwoMSWBhAdEiwAVJ2ndqCXkRHDj0rMfsKZUDH7Rm_2EmVwPrFvDGoLeRvJWKhOc8WNyVmx8RoCHSEQAvD_BwE:G:s&OCID=AIDcmm409lj8ne_SEM_CjwKCAjwoMSWBhAdEiwAVJ2ndqCXkRHDj0rMfsKZUDH7Rm_2EmVwPrFvDGoLeRvJWKhOc8WNyVmx8RoCHSEQAvD_BwE:G:s&gclid=CjwKCAjwoMSWBhAdEiwAVJ2ndqCXkRHDj0rMfsKZUDH7Rm_2EmVwPrFvDGoLeRvJWKhOc8WNyVmx8RoCHSEQAvD_BwE)>

CALLEJAS, I. J. A.; DURANTE, L. C.; OLIVEIRA, A. S.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Uso do solo e temperatura superficial em área urbana. Mercator, v. 10, n. 23, p. 207-233, 2011.

CARLSON, T.; RIPLEY, D. A. On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index. Remote Sensing of Environment, v. 62, p. 241 - 252, 1997.

GARTLAND, L. Ilhas de Calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 148p.

GILLESPIE, AR, OKUGAWA, S., MATSUNAGA, T., COTHERN, JS, HOOK, S., e KAHLE, AB. Um algoritmo de separação de temperatura e emissividade para Imagens espaciais do radiômetro de reflexão e emissão térmica. *ASTER IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, v.36, p.1113-1126, 1998.

GUSSO, A.; FONTANA, D. C.; GONÇALVES, G. A. Mapeamento da temperatura da superfície terrestre com uso do sensor AVHRR/NOAA. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, p. 231-237, 2007.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/> Acesso: 20 Jan. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.(IBGE). Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://downloads.ibge.gov.br/> Acesso: 07 jan. 2020.

LEAL, L. A influência da vegetação no clima urbano da cidade de Curitiba - PR. 2012. 172 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

LI, S., MO H.; DAI Y. Spatio-temporal pattern of urban cool island intensity and its ecoenvironmental response in Chang-Zhu-Tan urban agglomeration. *Communications in Information Science and Management Engineering* v.1, p. 1-6, 2011.

LIU, L.; ZHANG, Y. Urban Heat Island Analysis Using the Landsat TM Data and ASTER Data: A Case Study in Hong Kong. *Remote Sensing*, v.3, p. 1535-1552, 2011.

MAGALHÃES FILHO, L.C.A.; ABREU, J.F. Ilha de calor urbana, metodologia para mensuração: Belo Horizonte, uma análise exploratória. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.10, n.1, 2010.

Mapa das coleções. Mapbiomas Brasil. Disponível em: [https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama\\_set\\_language=pt-BR](https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR). Acesso em: 12 de mar. 2022.

MARKHAM, B.L.; BARKER, J.L. Landsat MSS and TM Post-Calibration Dynamic Ranges, Exoatmospheric Reflectance and At-Satellite Temperatures. EOSAT Landsat Tech, p 3-8, 1986.

MONTEIRO, C.A. de F. Teoria e clima urbano. São Paulo: IGEOG/USP, 1976, 181p.

ORTIZ, G. F.; AMORIM, M.C.C.T. Temperatura da superfície da cidade de Cândido Mota- SP a partir da imagem de satélite Landsat 7. Revista Geográfica da América Central, v.1, p. 1-16, 2011.

PINHO, O. S.; ORGAZ, M. D. M. The urban heat island in a small city in coastal Portugal. International Journal of Biometeorology, v. 44, p. 198-203, 2000.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. Manual técnico de arborização urbana. Secretária do verde e meio ambiente. 2ª edição, 2005.

SHAMS, J.; GIACOMELI, D.; SUCOMINE, N. Emprego da Arborização na Melhoria do Conforto Térmico nos Espaços Livres Públicos. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v. 3, p. 1-16, 2009.

SOBRINO, J. A.; MUÑOZ, J. C. J.; PAOLINI, L. Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. ScienceDirect [Journals & Books](#), v. 90, p. 434-440, 2004.

TRINDADE, E. P.; HINNIG, M. P. F.; COSTA, E. M.; MARQUES, J. S.; BASTOS, R.C.; YIGITCANLAR, T. Sustainable development of smart cities: A systematic review of the literature. Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, v. 3, n. 3, p. 11, 2017.

USGS - United States Geological Survey. Disponível em: <<https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-8>> Acesso: 03 Jan. 2022.  
XU, H. Extraction of Urban Built-up Land Features from Landsat Ima-

gery Using a Thematicoriented Index Combination Technique Photogram. Eng. Remote Sens, v. 73, n. 12, pp. 1381-1391, 2007.

ZHANGA, X.; ESTOQUEB, R. C.; MURAYAMAB, Y. An urban heat island study in Nanchang City, China based on land surface temperature and social-ecological variables. Sustainable Cities and Society, 32, 557-568, 2017.

ZHOU, J.; LI, J.; ZHANG, L.; HU, D.; ZHAN, W. Intercomparison of methods for estimating land surfasse temperature from a Landsat-5 TM image in na arid region with low water vapour in the atmosphere. International Journal of Remote Sensing, v. 33, n. 8, p. 2582-2602, 2011.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Áreas 16, 17, 20, 21, 23, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 48, 49, 55, 56, 57

### B

Banda 22, 28, 30, 31, 32

### C

Calor 11, 16, 17, 21, 34, 43, 44, 49, 50

### F

Figura 26, 27, 30, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45

Florestal 50, 54, 55, 56, 57

### I

Imagens 11, 16, 20, 21, 22, 27, 28, 29, 34, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 48

### M

Município 11, 17, 26, 28, 35, 38, 39, 40, 41

### S

Superfície 11, 17, 20, 21, 22, 28, 33, 34, 38, 40, 42, 44, 48, 50, 51

### T

Temperatura 11, 17, 20, 21, 22, 26, 28, 33, 34, 35, 38, 40, 42, 43, 44, 48, 49, 50

### U

Urbana 11, 16, 17, 20, 21, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 48, 49, 50, 51

### V

Vegetação 11, 17, 20, 21, 28, 32, 33, 38, 39, 40, 41, 43, 48, 50

## **SOBRE OS AUTORES**

### **Geiciane Coelho de Souza**

Graduanda em Engenharia Florestal pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, IFMG campus São João Evangelista. Atuou como gerente administrativo e financeiro da Floreste Júnior, FLORESTE JR IFMG.

### **Philippe Guilherme Corcino Souza**

Doutorando em Produção Vegetal pela UFVJM, Mestre em Ciências pela UFSJ - CSL, Engenheiro Agrônomo pela FEAD-MG e Técnico Agrícola pelo IFMG campus São João Evangelista. Atualmente realiza pesquisas em geoprocessamento, modelagem de nicho ecológico de insetos com Maxent. Possui ainda experiência na área acadêmica no ensino superior e técnico, com avaliação e vendas de imóveis rurais, assistência técnica e extensão rural, geoprocessamento, com ênfase em estudos ambientais, zoneamentos e caracterização de agroecossistemas.

### **Adéliton da Fonseca de Oliveira**

Possui graduação em Engenharia de Agrimensura pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2010) e mestrado em Ciências Geodésicas Área de Concentração em Geodésia Espacial pela Universidade Federal do Paraná (2013). Atualmente é Docente do IFMG, Campus São João Evangelista. Tem experiência na área de Topografia e Geodésia, atuando principalmente nos seguintes temas: Posicionamento, Levantamentos Topográficos, Cartografia, Estradas e Geoprocessamento.

## **Ícaro Tourino Alves**

Possui Graduação no curso de Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras (2007) e Mestrado em Engenharia Agrícola (Recursos Hídricos) pela Universidade Federal de Viçosa. Atua como Professor de Ensino Básico Técnico e Tecnológico no Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista nos Cursos Superiores de Agronomia e Engenharia Florestal e no Curso Técnico em Agropecuária. Tem experiência em Engenharia Agrícola nas áreas de Recursos Hídricos com ênfase em Irrigação e Drenagem e Movimento de água e solutos no solo. Atua também na área de Topografia.

## **Bruno Oliveira Lafetá**

Professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG) - Campus São João Evangelista. Possui graduação em Engenharia Florestal (2009), mestrado (2012) e doutorado em Ciência Florestal (2019), todos pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Realizou em 2010 mobilidade acadêmica (PROCAD) no Programa de Pós Graduação em Solos e Nutrição de Plantas na Universidade Federal de Viçosa. Tem experiência na área de Recursos Florestais e Engenharia Florestal, com ênfase em Silvicultura, Mensuração, Amostragem, Modelagem e Manejo Florestal. Também, atua com redes neurais artificiais, support vector machine (SVM) e random forest.

## **Luis Carlos da Silva Soares**

Engenheiro Florestal pelo Instituto Federal de Minas Gerais - IFMG e mestre em genética e melhoramento de plantas pela Universidade Federal de Lavras - UFLA. Atua principalmente em pesquisas de melhoramento florestal buscando abordagens significativas para

a seleção das árvores com melhores constituições genotípicas. Possui sólidos conhecimentos em estatística experimental além de experiência em Silvicultura, Manejo de povoamentos, fitopatógenos e de solo. Atualmente, trabalha com fenotipagem de rachaduras de madeiras em campo com foto na seleção dentro de programas de melhoramento genético.

## **Carlos Henrique Souto Azevedo**

Natural da cidade de São João Evangelista, concluiu o Curso Técnico Agrícola com Habilitação em Agropecuária na Escola Agrotécnica Federal de São João Evangelista. Graduado em Engenharia Florestal (IFMG-SJE), co-fundador e Diretor de Projetos na Empresa Júnior Floreste Júnior, do Curso de Engenharia Florestal do campus, especialista em Meio Ambiente e Mestre em Ciência Florestal pela UFVJM. Atuou como docente nos cursos Técnico em Agronegócio e Técnico em Meio Ambiente do PRONATEC, possui conhecimento na área de Recursos Florestais e Engenharia Florestal, atua com reflorestamento, fertilidade do solo, ciclagem de nutrientes, fitorremediação de solos, recuperação de áreas degradadas, cadastramento ambiental rural, sistemas de ILPF, modelagem de nicho ecológico, microbiologia do solo e outros. Atualmente é Doutorando pelo Programa de Pós de Graduação em Ciência Florestal da UFVJM, direcionando seus estudos em modelagem de nicho ecológico e planejamento e análise da paisagem como potencial de oferta de pasto apícola para *Apis mellifera* no semiárido de Minas Gerais.

## **Maria Jéssica dos Santos Cabral**

Atualmente é discente do programa de pós-graduação em Produção Vegetal pela Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM/Diamantina-MG) e Membro do Núcleo de estudo

em Manejo Integrado de Pragas NEMIP (2019-atual). É licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Alagoas (UNEAL/CAMPUS I, Arapiraca - AL). Foi membra do Grupo de Pesquisa em Estudos Ambientais e Etnobiológicos - GEMBIO (2018-2019). Por um ano atuou como voluntária do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica- PIBIC/FAPEAL/UNEAL (2018- 2019). Por um ano atuou como monitora das disciplinas Estágio Curricular Supervisionado II e III (2018-2019). Possui experiência em entomologia, atuando na linha de resistência de plantas. E-mail para contato: jessicacabral810@gmail.com.

### **Julia Viotti Corrêa**

Engenheira Florestal especialista em Avaliação de Impactos Ambientais e Recuperação de Áreas Degradadas (AIA e RAD), com experiência em inventário de florestas nativas e conservação da biodiversidade nas áreas de gestão de Unidades de Conservação e resgate de plântulas nativas para RAD. Atualmente é Mestranda do Programa de Pós de Graduação em Ciência Florestal da UFVJM, na sublinha de Ecologia Vegetal e Fitogeografia, investigando os impactos das mudanças climáticas na diversidade funcional e na distribuição de espécies em ecótonos da Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço.

### **Priscila Kelly Barroso Farnezi**

Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Mestranda em no programa de pós-graduação em Produção Vegetal (UFVJM), com atuação em modelagem de nicho ecológico de espécies e defesa sanitária vegetal.

RFB Editora

Home Page: [www.rfbeditora.com](http://www.rfbeditora.com)

Email: [adm@rfbeditora.com](mailto:adm@rfbeditora.com)

WhatsApp: 91 98885-7730

CNPJ: 39.242.488/0001-07

Av. Governador José Malcher, nº 153, Sala 12,  
Nazaré, Belém-PA, CEP 66035065



9 786558 894285 >



# AVALIAÇÃO ESPAÇO – TEMPORAL DA TEMPERATURA E VEGETAÇÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE BÉTIM UTILIZANDO DADOS LANDSAT

Geiciane Coelho de Souza  
Philipe Guilherme Corcino Souza  
Adéliton da Fonseca de Oliveira  
Ícaro Tourino Alves  
Bruno Oliveira Lafetá  
Luis Carlos da Silva Soares  
Carlos Henrique Souto Azevedo  
Maria Jéssica dos Santos Cabral  
Julia Viotti Corrêa  
Priscila Kelly Barroso Farnezi